УДК 597—154.343+597—11

# ИЗУЧЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ РЫБ ПРИ ХОМИНГЕ

**А. М. Абросимова**

(Киевский государственный университет)

За последние 30 лет в литературе появилось большое количество работ, посвященных изучению ориентации рыб. Этот интереснейший вопрос завоевал, наконец, по праву внимание отечественных и зарубежных исследователей. Однако, несмотря на значительное увеличение экспериментальных работ, изученность способов и механизмов ориентации не соответствует ее теоретическому и практическому значению. К тому же факты, на которые ссылаются многие авторы, зачастую являются неубедительными, а теории, объясняющие явление ориентации, до сих пор носят гипотетический характер.

Объяснение ориентации лососей при их миграции на родные нерестилища мы находим в трудах американского ученого Хаслера (Hasler, 1956), разработавшего, так называемую, обонятельную теорию ориентации. Согласно этой теории, молодые лососи воспринимают запах реки, где они вывелись, удерживают его в обонятельной памяти после ската в море и используют это восприятие уже во взрослом состоянии при возвращении на нерест в родную реку. Причем весь процесс нахождения знакомой реки происходит благодаря высокой чувствительности обоняния к родному запаху. Запоминаемый запах имеет специфический характер, придаваемый воде то ли растительностью (Walker, Hasler, 1949), то ли туводными рыбами (Wright, 1964). Обонятельную теорию ориентации рыб поддерживают и разрабатывают также и другие исследователи (Teichmann, 1962; Woodchead, 1963; Baumgardt, 1964; Kleerecoper, 1967; Harden, Jones, 1968).

Отдавая должное этой теории в объяснении ориентации лососей при отыскании ими знакомой реки из приустьевых пространств, необходимо указать на ее ограниченность, так как в объяснении ориентации рыб стоячих водоемов и водоемов замедленного стока она не может быть приемлема. Действительно, как показали исследования Миллера (Miller, 1954), Хаслера (Hasler, 1966) и других, лососи при помощи обоняния находят знакомую реку лишь при наличии течения, которое приносит родной запах. Опыты А. Г. Поддубного (1965) и наши подтверждают, что обоняние в ориентации рыб водохранилищ не имеет первостепенного значения.

Обонятельная теория бессильна в объяснении ориентации рыб в океане. Ориентацию при миграциях лососей и угрей в океане некоторые ученые пытались объяснить с помощью астроориентиров, используя предположение о том, что рыбы, как и птицы, могут ориентироваться по Солнцу. Авторы солнечной гипотезы ориентации рыб провели ряд интересных экспериментов, подтвердивших способность рыб при своем движении использовать солнечный компас (Hasler, Horrall, Wisby, Braemer, 1958; Hasler, Schwassmann, 1960). Однако опыты, проведенные Гибсоном (Gibson, 1967) и Милсоном (Miles, 1968) и др. опровергли теорию ориентации рыб по Солнцу, и в настоящее время она уже не имеет своих сторонников. Кроме того, ориентироваться по Солнцу могут только пелагические рыбы, в то время как для бентических и глубоководных рыб

это предположение неприемлемо. Необходимо помнить еще и тот факт, что миграции лососей и угрей на нерест совершаются иногда в такое время, когда не видно никаких небесных ориентиров.

Заслуживает также внимания магнитная теория ориентации, высказанная в свое время русским академиком А. Ф. Миддендорфом для птиц и поддержанная многими учеными для объяснения ориентации рыб. Опыты Ю. А. Холодова (1965), Н. В. Бодровой и Б. В. Краюхина (1961), Б. А. Неймана (1965) и других показали, что действие магнитного поля на рыб является специфическим, колебания электромагнитных токов

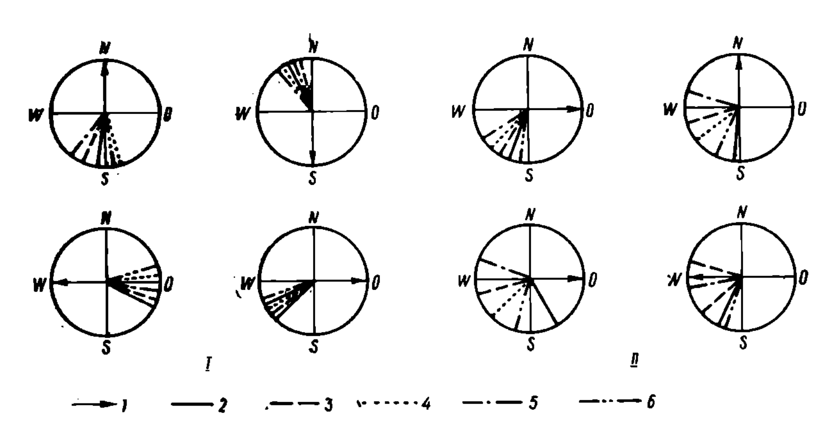



Рис. 1. Зависимость направленности возврата подопытных рыб от сезона: I — весна; II — лето; *1* — направление завоза; *2* — направление возврата плотвы; *3* — то же синца; *4* — то же густеры; *5* — то же окуня; *6* — то же щуки.

воспринимаются боковой линией рыб и могут служить ориентиром при движении. Эксперименты американских исследователей (Bullock Theodore Holmes, 1973; Peters, Bretschneider, 1972; Rommel, Jr. Stasko Aivares, 1973) и наших ученых (Фонарев, 1974; Шнеер, Протасов, 1974) показали, что в воде как электропроводящей среде имеются разнообразные источники электрических полей, величина которых достаточна для восприятия их живыми организмами. Эти поля и служат ориентирами для рыб при их миграции в океане. Многочисленные опыты наших исследователей (Глейзер, 1971; Ходорковский, Полонников, 1971; Овчинников, 1971) подтверждают электромагнитную ориентацию рыб, в частности угрей.

Все же действие магнитного поля на рыб и их ориентацию изучено недостаточно, разнородность опытов и несовершенство методики исследований приводит авторов иногда к противоречивым результатам. Однако вопрос о магнитной ориентации рыб может получить свои обоснования в будущих исследованиях.

Отдельные авторы отмечали, что в ориентации рыб большое значение имеют тактильное чувство, органы вкуса (Andersen, 1965), оптомоторные реакции (Павлов, 1965). Некоторые говорят о комплексном характере ориентации (Мантейфель, Якоби, 1967) утверждая, что рыбы используют несколько способов в зависимости от влияния на них тех или иных факторов внешней среды. В последнем случае очень важным является сам подход к изучению ориентации, основанный на единстве действия организма, адаптированного к условиям окружающей среды, и среды, изменяющейся во времени и пространстве.

Наши исследования, проводимые в течение девяти лет, дают некоторое представление об ориентации при хоминге пресноводных рыб плотвы

(*Rutilus rutilus*), леща (*Abramis brama*), синца (*A. ballerus*), густеры (*Blicca bjoerkna*), окуня (*Perca fluviatilis*) и щуки (*Esox lucius*) в водоемах замедленного стока, каким является Киевское водохранилище. Было установлено, что ориентация подопытных рыб прежде всего зависит от сезона, погоды и в некоторой степени от расстояния завоза. В весенний период (апрель, май) рыбы лучше ориентируются при возврате в место вылова, проявляя четкий хоминг — возврат к дому, о чем свидетельствуют результаты сравнения средних азимутов возврата подопытных (меченных легкими шариками) рыб и азимута места вылова.

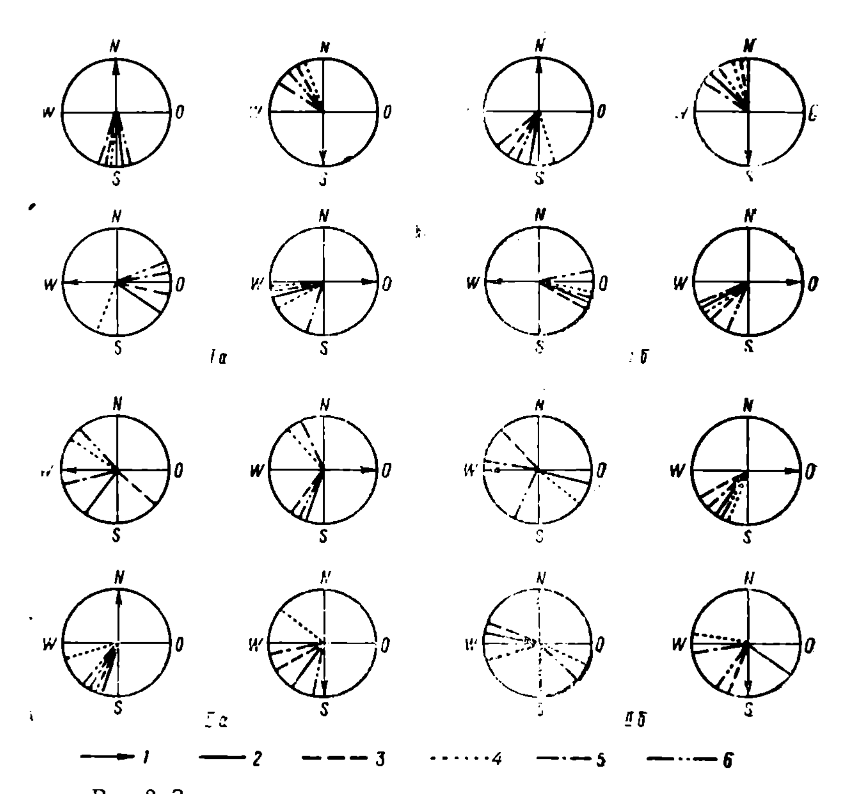



Рис. 2. Зависимость направленности возврата подопытных рыб от погоды:
I — весна, II — лето; *а* — солнечно; *б* — пасмурно; остальные обозначения те же, что на рис. 1.

Рыбы, выловленные в определенном месте водохранилища и завезенные на юг, север, восток или запад от места вылова, почти все выбирают направление к «дому», средние азимуты их движения близки к азимуту места поимки (рис. 1, I). Летом у рыб ориентация при хоминге выражена слабее. Подопытные рыбы, завезенные в разных направлениях от места поимки выбирали направление возврата в основном на запад, юго-запад и юг и лишь незначительная часть их двигалась к месту вылова. Следовательно, весной в период нереста способность к ориентации при хоминге возрастает, тогда как в летний период во время нагула четкость хоминга падает (рис. 1, II).

Влияние погоды на выбор направления возврата подопытных рыб обусловлено также влиянием сезона. Весной ориентация при хоминге у рыб проявляется одинаково и в солнечную, и пасмурную погоду: рыбы,

завезенные в разных направлениях от места вылова, выбирают направление возврата к месту вылова независимо от погоды (рис. 2, I). Очевидно, в период нереста повышается способность рыб правильно определять направление возврата в разных условиях окружающей среды. Летом влияние погоды на ориентацию рыб выступает более наглядно. В солнечную погоду подопытные рыбы, завезенные в разных направлениях от места вылова, движутся на запад, юго-запад и юг во-

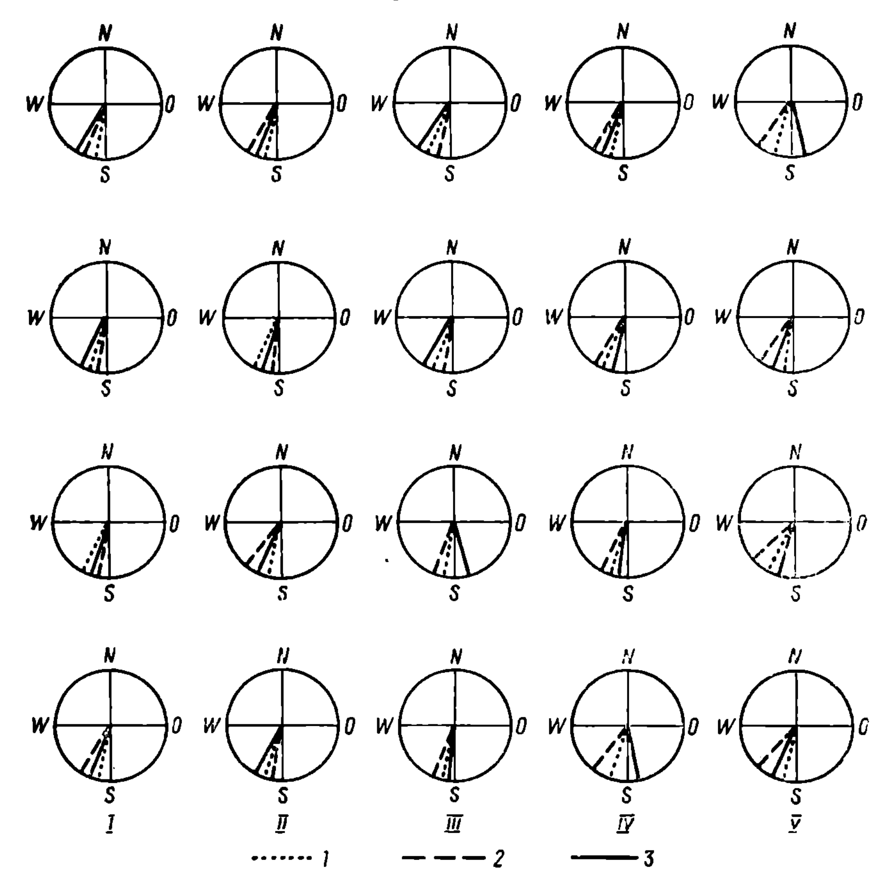



Рис. 3. Направленности возврата подопытных рыб с исключеннными органами чувств (направление завоза — север):

I — обоняния; II — зрения; III — боковой линии; IV — обоняния и зрения одновременно, V — обоняция и боковой линии одновременно; *1* — направление движения контрольных особей; *2* — первсначальное направление движения подопытных рыб; *3* — окончательное направление их движения.

дохранилища, в пасмурную погоду их движение не имеет четкой направленности: они плывут в разные стороны. Таким образом, можно предполагать, что погода, хотя и не является главным фактором в ориентации рыб, в определенных условиях может оказывать некоторое влияние на выбор направления возврата (рис. 2, II).

Влияние расстояния завоза проявляется у разных видов по-разному. Подопытные особи плотвы, синца и густеры, завезенные на север или юг от места вылова на расстояние 1—5 *км*, очень хорошо ориентируются, выбирая направление к дому (место вылова), при завозе на расстояние 10 *км* рыбы тех же видов плывут не к дому, а на запад водохранилища, следовательно, ориентация их нарушается. Окунь и щука,

завезенные на север от места поимки, выбирают направление «к дому» независимо от расстояния завоза: они одинаково безошибочно возвращаются к дому, и с расстояния 1—5 *км* и 10 *км*. Таким образом, в ориентации плотвы, синца и густеры в зависимости от расстояния завоза наблюдается некоторая закономерность: чем меньше расстояние завоза, тем выше способность этих рыб к ориентации. У окуня и щуки подобная закономерность не наблюдается. Возможно, дезориентация, наблюдаемая у плотвы, синца и густеры при завозе на расстояние свыше 10 *км*, связана с их экологическими особенностями.

Роль отдельных органов чувств и их комплекса в ориентации рыб определяли путем их последовательного и одновременного (в различных сочетаниях) исключения. Исключая зрение, применяли колпачки, штампованные из легкого металла или оргстекла, имеющие форму полого шарового сегмента, которые одевали на глаза рыб. Исключая обоняние, закрывали ватой с вазелином обонятельные отверстия. Действие боковой линии устраняли введением 0,5 *см*³ 0,1%-ного новокаина в область разветвления блуждающего и лицевого нервов, иннервирующих боковую линию и участки кожи на голове. Азимуты возврата подопытных особей, полученных при непрерывном прослеживании, сравнивали с азимутами возврата контрольных (рис. 3). Результаты опытов показали, что исключение отдельных рецепторов — обоняния, зрения и боковой линии, а также одновременное исключение некоторых из них (обоняние и зрение, обоняние и боковая линия) не влияют на ориентацию рыб: подопытные особи выбирали такие же направления возврата, как и контрольные особи. Ориентация рыб нарушалась только при исключении зрения и боковой линии вместе. Следовательно, наши опыты позволяют предполагать, что в условиях Киевского водохранилища и подобных ему водоемах ведущими рецепторами в ориентации рыб при хоминге являются зрение и боковая линия.

Как видно из изложенного выше, все теории и высказывания о способах и механизмах ориентации рыб по своему трактуют эти явления и нельзя отдать предпочтение одному из них. Больше всего отражает действительный характер процесса ориентации предположение о его комплексности. Несомненно, что во всем многообразии условий обитания разных видов рыб не может быть единого способа ориентации. В каждом отдельном случае рыбы используют, очевидно, самые действенные ориентиры, обеспечивающие ориентацию во взаимосвязи особенностей организма и окружающих условий. Разными должны быть и механизмы ориентации, проявляющиеся в организме под влиянием экологической ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

Бодрова Н. В., Краюхин Б. В. 1961. К вопросу о механизме влияния электрического тока на рыб. Физиол. журн., т. 47, № 7.

Глейзер С. И. 1971. Магнитобиологический эксперимент с европейским угрем Anguilla anguilla 2. В сб.: «Реакция биологических систем на слабые магнитные поля».

Мантейфель Б. П., Якоби В. Э. 1967. Современные проблемы бионических исследований ориентации мигрирующих животных. В сб.: «Вопросы бионики». М.

Нейман Б. А. 1965. Возможное взаимодействие магнитного поля и биологических объектов. В кн.: «Бионика». М.

Павлов Д. С. 1965. Особенности оптомоторных реакций рыб. В кн.: «Питание хищных рыб, их взаимоотношение с кормовыми организмами». М.

Поддубный А. Г. 1965. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за поведением мигрирующих рыб. В кн.: «Бионика». М.

Овчинников В. В. 1971. Особенности поведения рыб в однородном электрическом поле постоянного тока и проблема ориентации. Тр. АтлантНИИРО, в. 36. Калининград.

Ходорковский В. А., Полонников Р. И. 1971. К вопросу об изучении сверхслабых магнитных рецепций у рыб. Там же.
Холодов Ю. А. 1965. Магнитное поле как раздражитель. В кн.: «Бионика». М.
Фонарев Г. А., Шнеер В. С., Протасов В. Р. 1974. Электрические поля в гидросфере и их возможное влияние на поведение рыб. В сб.: «Вопросы гидробионики». М.
Andersen A. 1965. Laksen sun stifinder. Vor viden, N 3.
Baumgardt E. 1964. Comenf s'orientet anguillus et Salmons daus leurs migrations de milliers de kilometres. Nature, Sci. progr., N 3318.
Bullock Theodore Hilmes. 1973. Seeing the world through a new sense: electroreception in fish. Amer. Sci., v. 61, N 3.
Gibson R. N. 1967. Studies on the movements of littoral fish. J. animal col., 36, N 1.
Harden A. S., Jones F. R. 1968. Fish migration. London.
Hasler A. D. 1956. Perception of patways by fishes in migration. Quart. Rev. Biol. 1956, v. 31, N 3.
Hasler A. D. 1966. Underwater guideposts: homing of salmon. Madison. Wise Univ. Press. 16, N 7. Koo-Ted S. U. Bio. Science.
Hasler A. D., Horrall R. M., Wisby W. J., Braemer W. 1958. Evidence for a sun-orientation mechanism in fishes. Zimnol., Oceanogr., v. 3.
Hasler A. D., Schwassmann H. O. 1960. Sun orientation of fish at different latitudes. In cold spring harbor symposia an quant. biol., v. 25, N. Y.
Kleerecoper H. 1967. Some aspects of olfaction in fishes, with special reference to orientation. Amer. Zool., v. 7, N 3.
Miles S. G. 1968. Laboratory experiments on the orientation of the adult american eel. J. Fich. Res. Board. Canada, v. 25, N 10.
Miller R. B. 1954. Movements of cutthroat trout after different periods of retention upstream and downstream from their homes. Ibid, v. 24, N 11.
Peters R. C., Bretschneider F. 1972. Electric phenomena in the habitat of the catfish. Ictalurus nebulosus Les I. Comp. Physiol., v. 81, N 4.
Rommel S. A., Ir Stasko Aivares B. 1973. Electronavigation by eels. Sea Front, v. 19, N 4.
Teichmann H. 1962. Die Chemorezeption der Fische. Ergebnisse Biologie, v. 25.
Walker T. I., Hasler A. D. 1949. Detection and discrimination of odours of aquatic plants by the Blunthose. Minnov. Physiol. Zool., v. 22.
Wright R. H. 1964. The science of smell.
Woodchead A. D. 1963. The migration of fish. World Fish., v. 12, N 3.

## STUDY OF FISH ORIENTATION IN HOMING

**A. M. Abrosimova**

(State University, Kiev)

*Summary*

Studies in orientation of the Kiev reservoir fresh water fishes — *Rutilus rutilus, Abramis brama, A. ballerus, Blicca bjoerkna, Perca fluviatilis, Esox lucius* showed that season of the year, weather and distance of delivery have an influence on the fish ability to orientation. The carried out experiments permit supposing that under conditions of reservoirs vision and lateral line are the leading receptors in orientation.